



УДК 553.98:550.84:546.027.21/26 (571.16-12)

## ПОВЕРХНОСТНАЯ ГЕОХИМИЧЕСКАЯ СЪЕМКА, СОПРОВОЖДАЮЩАЯ РЕГИОНАЛЬНЫЕ СЕЙСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕГУЛЬДЕТСКОЙ ВПАДИНЫ (ЮГО-ВОСТОК ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

С. И. Голышев, Н. Л. Падалко, П. Н. Соболев, С. В. Дыхан, М. И. Праздничных, Е. В. Черников,  
П. Ф. Яворов, В. Г. Гачегов, М. В. Семина, Г. А. Сысолятина

Представлена методика проведения комплексной поверхностной геохимической съемки: отбор проб шлама, выбор аналитических методов и изотопных, газогеохимических критериев для интерпретации результатов съемки на региональном этапе ГРР. На основе комплексов геохимических и геофизических материалов дана оценка перспектив нефтегазоносности участка территории Тегульдetsкой впадины (юго-восток Томской области) и выработаны рекомендации по дальнейшему проведению геолого-разведочных работ.

**Ключевые слова:** аномалия, десорбированный газ, изотоп, карбонат, кислород, критерий, поверхностная съемка, углерод, шлам.

## SURFACE GEOCHEMICAL SURVEY ATTENDANT ON REGIONAL SEISMIC INVESTIGATIONS OF THE TEGULDETSKYA DEPRESSION (THE SOUTH-EAST OF THE TOMSK REGION)

S. I. Golyshev, N. L. Padalko, P. N. Sobolev, S. V. Dykhan, M. I. Prazdnichnykh, E. V. Chernikov,  
P. F. Yavorov, V. G. Gachegov, M. V. Syomina, G. A. Sysolyatina

The technique for integrated surface geochemical survey, i.e. sludge sampling, selection of analytical methods and isotopic gas-geochemical criteria for interpreting the survey results at the regional stage of geological studies, is presented. Oil and gas potential of the studied sector of the Teguldetskaya depression (the south-east of the Tomsk Region) has been estimated based on combination of the geochemical and geophysical materials, and recommendations for further geological exploration have been worked out.

**Keywords:** anomaly, desorbed gas, isotope, carbonate, oxygen, criteria, surface survey, carbon, sludge.

В настоящее время, когда ресурсная база традиционных объектов и комплексов на юго-востоке Западной Сибири [5] в значительной мере исчерпана, возникает необходимость поиска и разведки новых крупных зон нефтегазонакопления на слабоизученных территориях и на новых стратиграфических уровнях. Тегульдetsкая впадина и прилегающие к ней площади, расположенные на юго-востоке Томской области на правобережье р. Обь, относятся именно к таким объектам. В 2007–2009 гг. здесь впервые проведены региональные сейсмические работы на трех профилях в объеме 500 пог. км, комплексированные с поверхностной геохимической съемкой. Основная задача заключалась в оценке перспектив нефтегазоносности и разработке рекомендаций по дальнейшему проведению ГРР и обоснованию мест заложения параметрических скважин. Основные результаты этих комплексных исследований, полученные на двух региональных профилях, легли в основу данной статьи.

Технология проведения поверхностной геохимической съемки отработана и опробована ранее сотрудниками ТФ СНИИГГиМС совместно с Томским геофизическим трестом на месторождениях Томской области и сотрудниками СНИИГГиМС в Восточной Сибири [3, 6, 7, 9, 11, 13].

Результативность геохимической съемки в значительной степени определяется технологией ее проведения, включающей объекты опробования, методы отбора проб и комплекс физико-химических методов анализа и критериев. Научной новизной выполненной работы являлось комплексирование новых современных геохимических методов: ядерно-физических, изотопных исследований шлама и традиционных газогеохимических исследований. Доказано, что надежность интерпретации геохимических данных и обоснованность прогноза повышается при сочетании геохимических и геофизических методов [8, 10].

### Результаты сейсмогеологических работ

По результатам сейсмических работ существенно уточнено структурно-тектоническое строение доюрского и мезозойско-кайнозойского комплексов. Впервые для изучаемой площади построены схематические структурные карты по отражающим горизонтам II<sup>a</sup> (кровля верхней юры), Ф<sub>2</sub> (кровля доюрского основания – подошва юры) и серии структурных карт м-ба 1:200 000 по меловым (III, IV, V), юрским (Т<sub>5</sub>, Т<sub>4</sub>, Т<sub>3</sub>, Т) и внутривосточным (С<sub>1</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, Ф<sub>3</sub>) отражающим горизонтам. По результатам интерпретации региональных профилей и схематических карт поверхностей доюрских и юрских комплексов выявлены Улулюль-



ский, Березовый, Верх-Кутатский антиклинальные перегибы; в Чичкаюльской депрессии – палеозойский антиклинальный перегиб с вероятным развитием терригенно-карбонатного комплекса пород предположительно девонско-каменноугольного возраста. Показана неоднозначность и сложность рельефа площади работ, считавшейся ранее моноклиальной (часть Барабинско-Пихтовской моноклинали). Новые сейсмические данные позволяют иначе оценивать перспективность южных районов Томской области.

### Методика отбора и анализа проб

Пробы шлама отбирались главным образом в буровзрывных скважинах из глинистого горизонта, вскрытого на глубине 8–12 м, с шагом опробования 500–1000 м, из каждой точки – по три пробы шлама соответственно видам исследования. В результате экспериментального комплекса работ доказано, что пробы шлама, отобранные с глубины менее 8 м, неинформативны, так как там происходит биогенное и, возможно, атмосферное «заражение» газов.

Для комплексной геохимической съемки были использованы следующие аналитические методы: хроматографический анализ газовых проб на содержание сорбированных углеводородов ряда  $C_1$ – $C_7$  и неуглеводородных газов  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $CO$ ,  $H_2$ ,  $He$ ; масс-спектрометрический изотопный анализ углерода в  $CO_2$ ; изотопный анализ углерода и кислорода в карбонатной составляющей пород; нейтронно-активационный анализ урана и алюминия. В данной статье изложены результаты газогеохимической и изотопных съемок.

Исследования проводились в аккредитованных лабораториях: изотопных методов в ТФ СНИИГГиМС на масс-спектрометре DELTA V ADVANTAGE, погрешность анализов с учетом химической подготовки не превышает  $\pm 0,5\%$ ; хроматографические – в СНИИГГиМС; нейтронно-активационный анализ (определение урана и алюминия) – на ядерном реакторе ТПУ.

### Газогеохимическая съемка

По результатам приповерхностной газогеохимической съемки для интерпретации и прогнозных построений использовались наиболее информативные газогеохимические показатели, которые могут свидетельствовать о наличии миграционного потока УВ: главные – повышенные концентрации углеводородных газов (УВГ) ряда  $C_2$ – $C_4$ , обладающие высокой миграционной способностью; парообразные гомологи метана  $C_5$ – $C_7$ , характеризующиеся генетической связью с залежами нефти и газа и большей сорбционной способностью по отношению к метану и более легким УВ; второстепенные – повышенные концентрации неуглеводородных газов (углекислого газа, азота, водорода).

*Первый профиль* проходит с юго-востока на северо-запад, от района Чулымской скв. 1, пере-

секает Чачанское поднятие и далее до Максимо-ярской скв. 1 (рис. 1). Приповерхностное газогеохимическое поле весьма неоднородно. Здесь резко выделяется участок на северо-западном фланге профиля, на отрезке 2–50 пог. км (см. рис. 1). Наиболее резко на нем возрастают концентрации метана: до сотых и десятых долей процента от суммы всех газов проб при фоновых значениях на остальной части профиля не выше  $20 \cdot 10^{-4}\%$ . Также несколько повышены концентрации пропана и бутана. Резко возрастает отношение метана к его гомологам ( $CH_4/\Sigma УВ$ ) – в отдельных пробах 4000–5000 и выше (8–20 пог. км). Как еще одну особенность приповерхностного газогеохимического поля на этом отрезке можно рассматривать соотношение изомеров бутана. Согласно существующим представлениям преобладание нормальных соединений над изосоединениями – один из признаков эпигенетичности газов [10], что наблюдается на северо-западном окончании профиля.

Характер приповерхностного газогеохимического поля может свидетельствовать о наличии литологической залежи в карбонатах девона на северной периклинали Чачанского поднятия.

*Второй профиль* выполнен параллельно первому, также ориентирован с юго-востока на северо-запад, пересекает контрастное по поверхности фундамента Карбинское локальное поднятие (рис. 2). Приповерхностное газогеохимическое поле менее контрастное по сравнению с первым профилем. На характер этого определяющее влияние оказывает распространение ниже юрских образований ряда грабенообразных впадин, сложенных палеозойскими и рифейскими (?) породами. Данным впадинам свойственно развитие субвертикальных дизъюнктивных нарушений, часто проявляющихся и в вышележащих юрских отложениях. Характерно, что в зонах сгущения таких разломов в приповерхностном газогеохимическом поле возрастают концентрации водорода и углекислого газа, тяжелых гомологов метана. По сейсмическим материалам в строении палеозойских отложений выявлены перегибы, большинство которых отличается развитием дизъюнктивных нарушений и повышенной проницаемостью для субвертикальной миграции глубинных газов. Это проявляется в повышенных концентрациях водорода, углекислого газа, тяжелых гомологов метана, уменьшении значения коэффициента «сухости» УВГ (Улукюльский, Чичкаюльский, Березовый перегибы) (см. рис. 2). Исключение представляет собой Верхнекутатский перегиб (см. рис. 1), где, судя по приповерхностному газогеохимическому полю, можно предполагать улучшение изоляции глубоких горизонтов (древнее юрских). Сочетание газогеохимических показателей и сейсмических данных о распространении здесь верхне-среднепалеозойских отложений позволяет рассматривать участок в качестве перспективного на выявление скоплений УВ в девонско-каменноугольных отложениях.

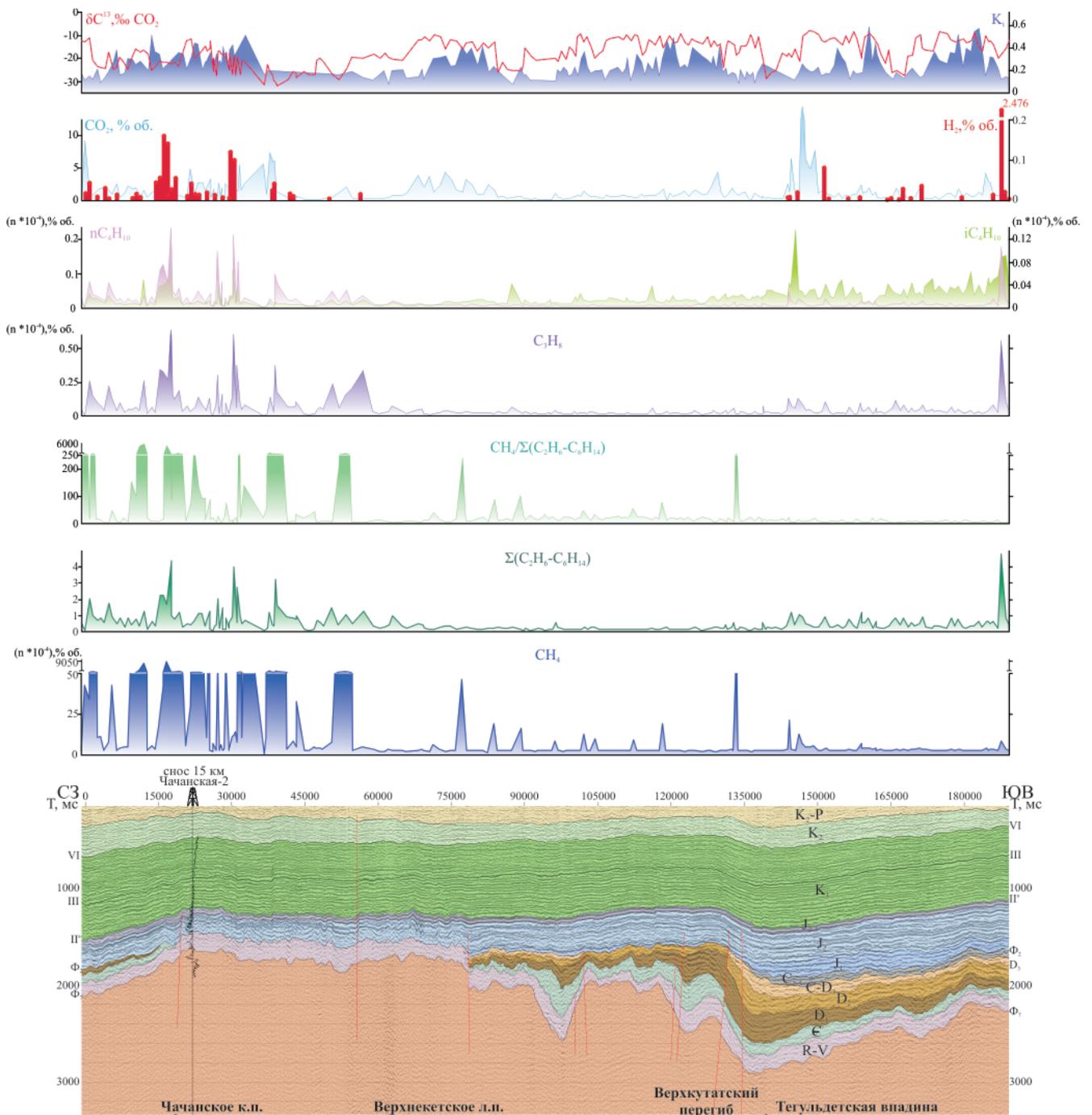


Рис. 1. Схематический разрез профиля 1 (118080010) с геохимическими аномалиями

### Поверхностные изотопные геохимические съемки по карбонатной составляющей шлама и десорбированной углекислоте

Впервые на региональных профилях слабоизученной территории Тегульдетской впадины было проведено комплексирование двух поверхностных изотопных съемок: 1) литогеохимической – по карбонатной составляющей шлама, 2) газогеохимической – по десорбированной из шлама углекислоте.

Миграция углекислого газа и УВ из залежей приводит к изменениям минералогического, элементного и изотопного составов пород в залежи и перекрывающих отложениях вплоть до верхнего глинистого водоупора. Один из активных и доминирующих

продуктов взаимодействия перекрывающих пород и УВ – углекислота. Наиболее существенно преобразование карбонатной составляющей пород, изотопный состав углерода и кислорода которых дает возможность оценить масштабы вторичных процессов. Наличие литохимических аномалий рассматривается как косвенный показатель залежей нефти и газа [10, 12].

### Изотопные критерии

#### Карбонатная составляющая

Методика проведения данного вида съемки апробирована ранее на ряде объектов Западной Сибири [3, 6, 7, 11]. В ее основу положены теоретические и практические работы (Э. Т. Де-

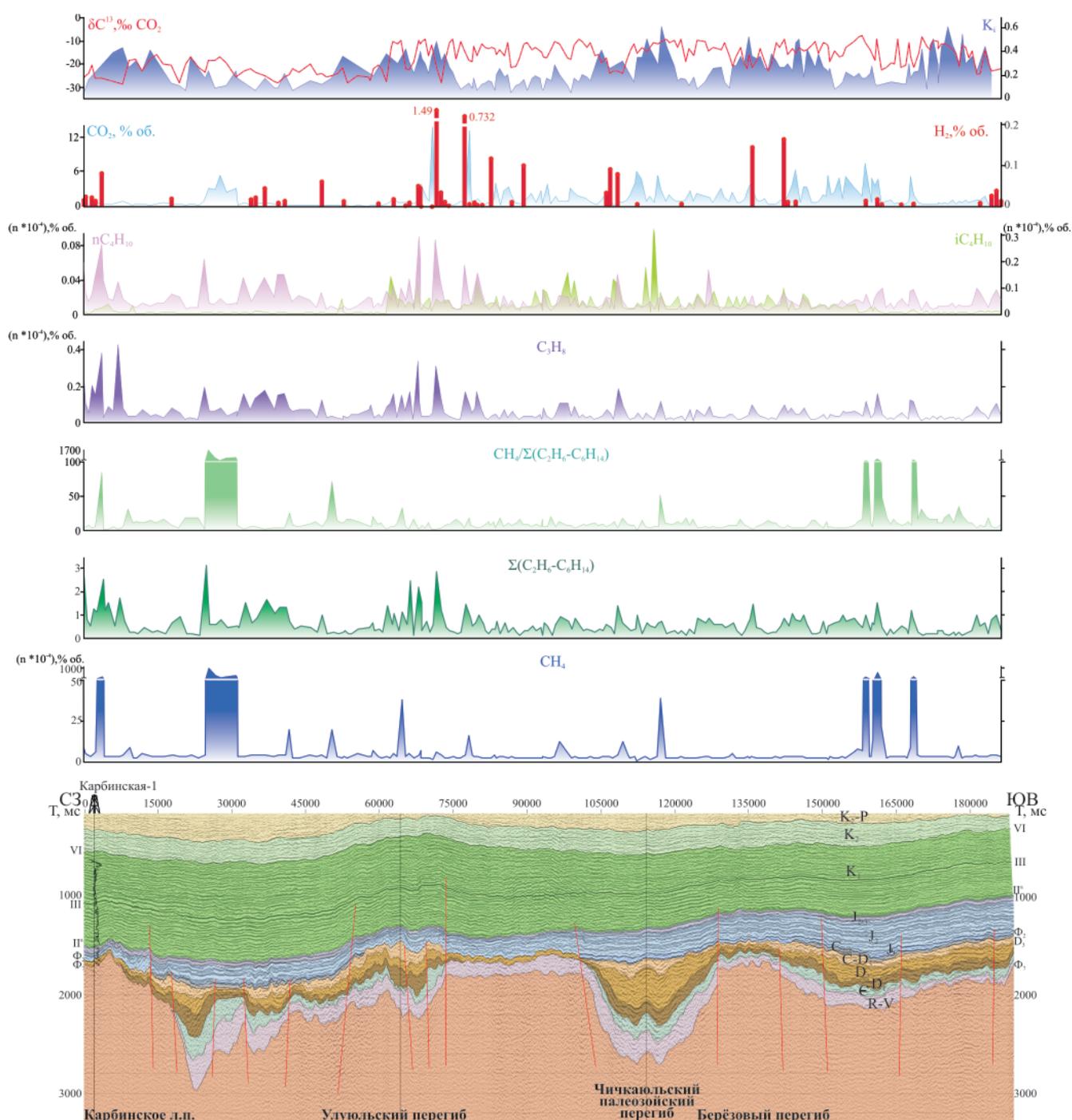
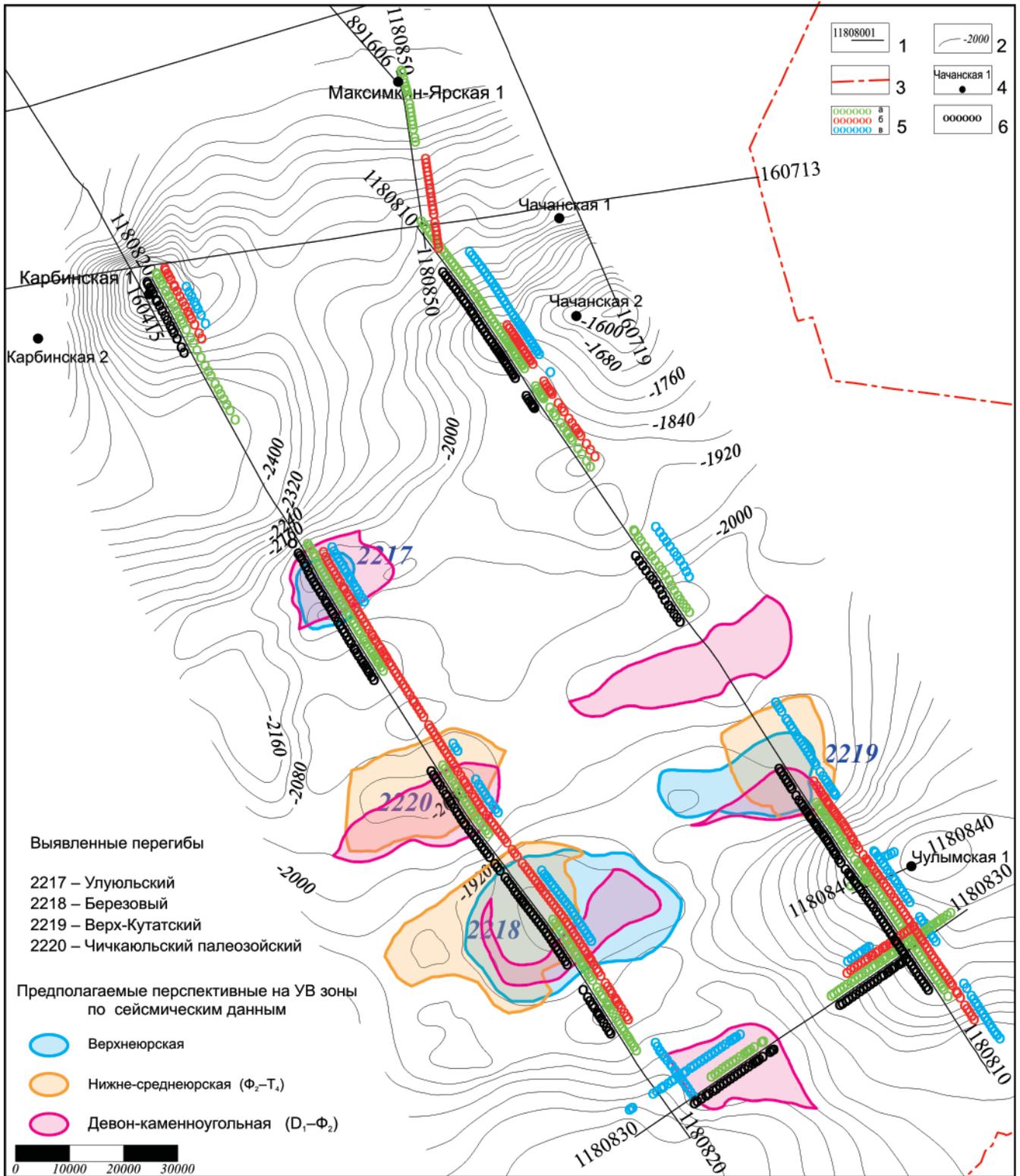


Рис. 2. Схематический разрез профиля 2 (118080020) с геохимическими аномалиями

генс, Э. М. Галимов, Б. А. Лебедев, С. И. Голышев, Н. Л. Падалко и др. [1–4]), из которых следует, что влияние вторичных процессов на монофациальные отложения больше, чем первичных, так как они приводят к значительному облегчению изотопного состава углерода и кислорода карбонатов. Для оценки степени вторичных изменений нами был введен изотопный коэффициент (критерий):  $K_i = |\delta^{13}\text{C}/\delta^{18}\text{O}|$ .

Для проведения поверхностной изотопной съемки по карбонатной составляющей шлама нами были решены две методические задачи [11]: 1) доработка методики химической подготовки к масс-спектрометрическим изотопным измерениям углерода и кислорода пород с низкой

карбонатностью и высоким содержанием примесей, в частности ОВ; 2) определение изотопных критериев выделения вторичных карбонатов. На практике граничные и фоновые значения  $K_i$  зависят от конкретных геологических условий и уточняются для изучаемой территории на эталонных участках месторождения [6, 11]. При этой съемке на региональных профилях слабоизученной территории Тегульдетской впадины основной сложностью было отсутствие эталонных объектов, поэтому для набора представительной статистики было увеличено количество изотопных анализов карбонатной составляющей (примерно по 2 пробы шлама на 1 пог. км). После статистического анализа выборки по методу подоби



**Рис. 3.** Схема перспективных верхнепалеозойских и юрских объектов по результатам комплексных сейсмических и геохимических работ

1 – сейсмические профили 2D МОГТ; 2 – изогипсы по отражающему горизонту  $\Phi_2$ ; 3 – граница Томской области; 4 – разведочные скважины; 5 – предполагаемые по литогеохимическим данным зоны, перспективные на УВ: а – по газогеохимическим исследованиям, б – по ядерно-геохимическим исследованиям, в – по изотопно-геохимическим исследованиям; 6 – перспективные участки по результатам комплексирования всех проведенных поверхностных геохимических съемок: газогеохимической, изотопной карбонатной, изотопной газовой, ядерно-геохимической

аналогии с Ванкорским лицензионным участком (Красноярский край) выбраны следующие значения для оценки карбонатной составляющей:  $K_i < 0,28$  – фоновые, без значительных измене-

ний;  $0,28 < K_i < 0,5$  – значительные и  $K_i \leq 0,5$  – весьма значительные изменения. По значениям  $K_i$  дается оценка перспектив нефтегазоносности участков профилей [6, 7, 11].



Ранее изотопная газовая съемка по десорбированному углекислому газу проводилась на разных участках региональных профилей: Карабула – Восточный Саян, двух северных участках Алтай – Северная Земля, на Чукинской и других площадях (Красноярский край). В основу этих работ положены общие закономерности фракционирования изотопов углерода в системе атмосфера–гидросфера–биосфера [1], а также результаты изучения изотопного состава углерода: природных газов Сибири, углекислого газа зоны минерального питания растений [3]. Для идентификации генезиса  $\text{CO}_2$ , сорбируемого из проб шлама, были выбраны следующие изотопные критерии:  $\delta^{13}\text{C} \geq -12,9 \text{‰}$  – преимущественно глубинный источник;  $\delta^{13}\text{C} = -12,9 \dots -20 \text{‰}$  – углекислота, связанная с залежью УВ;  $\delta^{13}\text{C} < -24 \text{‰}$  – преимущественно биогенного происхождения.

### Результаты работ

На первом профиле измерен изотопный состав углерода и кислорода карбонатной составляющей, вычислены значения  $K_f$  в 200 пробах шлама, изотопный состав углерода  $\text{CO}_2$  в 230 пробах десорбированного газа (рис. 1, 3). По изотопным критериям зафиксировано пять участков с карбонатной составляющей, имеющей вторичные изменения разной степени, и углекислотой глубинного генезиса.

1-й участок самый контрастный и самый протяженный (50 пог. км). Он начинается с северо-западной части профиля и пересекает Чачанское поднятие. В 20 пробах  $K_f = 0,3 \dots 0,52$ , карбонатные составляющие обогащены легкими изотопами ( $\delta^{13}\text{C} = -5,4 \dots -8,3 \text{‰}$ ;  $\delta^{18}\text{O} = 16,7 \dots 19,7 \text{‰}$ ), что подтверждает наличие вторичных изменений, в том числе значительных. По изотопному составу углерода  $\text{CO}_2$  попадает в широкий диапазон значений  $\delta^{13}\text{C}$ : от  $-30$  до  $-10 \text{‰}$ , в среднем  $-16 \text{‰}$ . Несколько проб  $\text{CO}_2$  с  $\delta^{13}\text{C} = -10 \dots -11,8 \text{‰}$  имеют преимущественно глубинный генезис, свидетельствующий о связи с разломной тектоникой. Дополнительным доказательством этого является повышенное содержание водорода (0,1–0,2 % об.) на этом же (примерно 40 км) участке профиля. Изотопные критерии указывают на перспективы нефтегазности участка Чачанского поднятия.

На 2-м участке (70–80 пог. км) семь проб также содержат карбонатные составляющие, облегченные по изотопному составу углерода  $\delta^{13}\text{C}$ :  $-5,9 \dots -8,7 \text{‰}$  при обычном изотопном составе кислорода  $\delta^{18}\text{O} = 19,2 \dots 20,8 \text{‰}$ , значения  $K_f = 0,3 \dots 0,42$  указывают на наличие вторичных изменений, но не столь значительных. Зафиксирован  $\text{CO}_2$  с  $\delta^{13}\text{C} = -9,8 \dots -16,8 \text{‰}$ , в среднем  $-16 \text{‰}$ , при этом его концентрация повышена (3–5 % об.), чем, вероятно, и объясняется изотопное утяжеление.

3-й участок достаточно протяженный (100–130 пог. км). Три пробы фоновые, в 12 зафиксированы карбонатные составляющие с вторичными

изменениями;  $K_f = 0,3 \dots 0,47$ ,  $\delta^{13}\text{C} = -2,1 \dots -9,8 \text{‰}$ ;  $\delta^{18}\text{O} = 24 \dots 17 \text{‰}$ . Зафиксирован изотопно тяжелый глубинный  $\text{CO}_2$  ( $\delta^{13}\text{C} = -9,1 \dots -14,7 \text{‰}$ ).

4-й участок (140–160 пог. км) примыкает к Верх-Кутатскому перегибу. Повышенные относительно фоновых значения изотопного коэффициента  $0,3 < K_f < 0,59$  (как и на 2-м и 3-м участках, изотопный состав облегченный) указывают на наличие вторичных изменений карбонатной составляющей, в том числе и существенных. По изотопному составу углерода  $\text{CO}_2$  значительно обогащен тяжелым изотопом углерода ( $\delta^{13}\text{C} = -8,1 \dots -12,8 \text{‰}$ , в среднем  $-10 \text{‰}$ ). В начале участка на отрезке 140–150 км наблюдаются повышенные содержания углекислого газа (до 22 % об.) и водорода (0,05–0,1 % об.). Все геохимические факторы указывают на тектонические нарушения и миграцию газовых флюидов из глубоких горизонтов.

На 5-м участке значительные вторичные изменения карбонатной составляющей зафиксированы в 12 пробах на юго-восточном окончании профиля, причем в трех весьма значительные:  $K_f = 0,3 \dots 0,5$ ,  $\delta^{13}\text{C} = -5,9 \dots -11,4 \text{‰}$ ;  $\delta^{18}\text{O} = 22,3 \dots 17,8 \text{‰}$ . Наблюдается широкий диапазон вариаций изотопного состава углерода  $\text{CO}_2$  –  $\delta^{13}\text{C} = -28 \dots -8,1 \text{‰}$ , при этом большая часть проб попадает в интервал значений глубинного генезиса  $\delta^{13}\text{C} = -8,1 \dots -12,9 \text{‰}$ . В конце участка зафиксирована проба с максимальным содержанием водорода (2,48 % об.). Участок по изотопным данным перспективен на поиск УВ.

На втором профиле выполнены изотопные исследования карбонатной составляющей в 178 пробах и  $\text{CO}_2$  в 220 пробах (см. рис. 2, 3). Выделяются пять участков с наличием изотопных аномалий.

1-й участок располагается на северо-западной части профиля и пересекает Карбинское поднятие (5–30 пог. км). Здесь зафиксированы пробы с  $K_f > 0,4$  ( $\delta^{13}\text{C} = -6,9 \dots -8,1 \text{‰}$ ;  $\delta^{18}\text{O} = 21,3 \dots 18 \text{‰}$ ), что указывает на значительные вторичные изменения карбонатной составляющей. Изотопный состав углерода  $\text{CO}_2$  попадает в широкий диапазон значений  $\delta^{13}\text{C}$  – от  $-26$  до  $-12,4 \text{‰}$ . При этом наиболее обогащены тяжелыми изотопами углерода ( $\delta^{13}\text{C} = -12,4 \dots -15,5 \text{‰}$ ) пробы с содержанием  $\text{CO}_2$ , на порядок превышающим фоновый. Там же зафиксирован интервал 25–30 км с высоким содержанием водорода (0,1–0,2 % об.). По изотопным критериям на поиск залежей УВ участок перспективен.

2-й участок в инт. 45–80 пог. км пересекает Улюльский перегиб. В 14 пробах, за исключением трех фоновых, значения изотопного коэффициента повышенные: от 0,29 до 0,48 ( $\delta^{13}\text{C} = -5,2 \dots -9,6 \text{‰}$ ,  $\delta^{18}\text{O} = 17,2 \dots 22,6 \text{‰}$ ), что указывает на наличие вторичных изменений. Изотопный состав углерода  $\text{CO}_2$   $\delta^{13}\text{C} = -9,1 \dots -18 \text{‰}$ , в среднем  $-14 \text{‰}$ . Участок характеризуется повышенным содержанием водорода (в двух пробах до 0,73 и 1,49 % об.), высоким содержанием  $\text{CO}_2$  (до 18–12 % об.). Улюльский перегиб по геохимическим



показателям отличается высокой степенью тектонических нарушений.

3-й участок расположен в инт. 95–125 пог. км и пересекает Чичкаюльский палеозойский перегиб. В 10 пробах карбонатные составляющие облегчены по изотопному составу ( $\delta^{13}\text{C} = -5,2...-11,2 \text{‰}$ ,  $\delta^{18}\text{O} = 23,6...17,3 \text{‰}$ ), повышенные значения  $K_f$  (0,28–0,61) указывают на значительные вторичные изменения;  $\text{CO}_2$  обогащен тяжелыми изотопами углерода:  $\delta^{13}\text{C} = -9,1...-18 \text{‰}$ , в среднем  $-14 \text{‰}$ ; выявлены пробы с повышенными содержаниями водорода (0,07–0,12 % об.) и  $\text{CO}_2$  (3–6 %), что свидетельствует о глубинном источнике газов.

4-й участок приблизительно в инт. 130–150 пог. км расположен в юго-восточной части профиля и пересекает Березовый перегиб. Повышенные значения  $K_f$  (0,29–0,53) и облегченный изотопный состав карбонатных составляющих ( $\delta^{13}\text{C} = -6...-11 \text{‰}$ ;  $\delta^{18}\text{O} = 22...17 \text{‰}$ ) указывают на наличие вторичных изменений, в том числе значительных. Изотопный состав углерода  $\text{CO}_2$  достаточно утяжелен, в среднем  $\delta^{13}\text{C} = -16 \text{‰}$ . Наличие проб с  $\delta^{13}\text{C} = -9,1...-9,6 \text{‰}$  свидетельствует о глубинном источнике газов, на этот же источник указывают пробы с содержанием водорода 0,15...0,18 % об.

5-й участок относится к юго-восточному окончанию профиля. Карбонатная составляющая пород значительно обогащена легким изотопом углерода ( $\delta^{13}\text{C} = -9,8...-11,6 \text{‰}$ ),  $K_f = 0,3...0,6$ , что соответствует значительным и весьма значительным вторичным изменениям. Изотопный состав углерода  $\text{CO}_2$  составляет  $\delta^{13}\text{C} = -9,0...-14,3 \text{‰}$ , что указывает на глубинный источник.

### Обобщение геофизических и геохимических исследований

На региональном этапе изучения территории Тегульдетской впадины построены сейсмогеологические разрезы (см. рис. 1, 2) с комплексом полей геохимической съемки, схематическая карта перспективных верхнепалеозойских и юрских объектов по результатам комплексных сейсмических и геохимических исследований (см. рис. 3). На карту-схему нанесены основные аномалии геохимических исследований – газогеохимические, ядерно-геохимические и изотопно-геохимические и их комплексная результирующая (см. рис. 3). Использование при геохимической съемке комплекса, включающего как традиционные газогеохимические, так и новейшие масс-спектрометрические изотопные и ядерно-физические исследования шлама, позволило зафиксировать различные по физико-химической природе процессы взаимодействия УВ флюидов с перекрывающими отложениями, что повысило информативность оценки перспектив нефтегазоносности территории.

Как видно из рис. 3, все структурные антиклинальные перегибы (Улулюльский, Березовый,

Верхкутатский и Чичкаюльский палеозойский) с предполагаемыми перспективными комплексами палеозойских и юрских отложений, выделенные по сейсмическим данным, отражены в полях геохимических аномалий. На втором профиле (№ 118080020) на Чичкаюльском антиклинальном палеозойском перегибе рекомендована точка для заложения параметрической скв. П-1 (см. рис. 3, в), в районе которой независимые аномалии («яркие пятна») проявляются и по результатам комплекса геохимических исследований, а именно: в аномальных газогеохимических полях, ядерно-геохимических и изотопно-геохимических аномалиях.

Согласно полученным характеристикам приповерхностного газогеохимического поля можно выделить два участка, оцениваемых в качестве перспективных с учетом особенностей геологического строения доюрских отложений. Первый расположен на северо-западном окончании геофизического профиля № 1. Здесь не исключено присутствие литологически или тектонически экранированной залежи УВ. Залежь может быть приурочена к северо-западному склону Чачанского поднятия и локализована в карбонатных отложениях девона. Второй участок находится вдоль этого же сейсмического профиля в районе Верхкутатского перегиба, выделенного по сейсмическим данным.

### Выводы

1. Комплекс изотопно-газолитогеохимической съемки, проведенный совместно с сейсмическими работами, показал достаточно высокую информативность для оценки перспектив нефтегазоносности слабоизученной территории на региональном этапе ГРП.

2. Технология съемки базируется на отборе проб шлама верхнего глинистого горизонта, вскрытого сейсмическими буровзрывными скважинами на глубине 8–12 м, что снижает влияние газов атмосферного и особенно биогенно-почвенного и техногенного происхождения.

3. Для комплексной съемки закономерно, что участки, перспективные на УВ, выделяются по повышенным содержаниям УВ  $\text{C}_2\text{--C}_6$  с концентрацией  $(1\text{--}4)\cdot 10^{-4}$  % об. и (или) метану с содержанием  $(1\text{--}20)\cdot 10^{-3}$  %, по изотопному составу углерода и кислорода карбонатной составляющей и значениям изотопного коэффициента ( $K_f = 0,3...0,6$ ), а также по утяжеленному изотопному составу углерода  $\text{CO}_2$  ( $-7,0...-12,9 \text{‰}$ ) глубинного генезиса.

4. Достоинством комплексной приповерхностной съемки является тот факт, что смена структурной обстановки разреза, например градиентный склон рельефа, разрывные нарушения и другие тектонические особенности осадочного чехла, отражаются в специфических геохимических полях: аномальных изотопных показателях, повышенных содержаниях водорода, углекислого газа, углеводородных компонентов.



5. В результате сейсмических и геохимических исследований получены комплексные данные, которые повышают перспективы нефтегазоносности Тегульдетской впадины и прилегающих территорий и являются основанием для дальнейшего проведения ГРП.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Галимов, Э. М.** Геохимия стабильных изотопов углерода [Текст] / Э. М. Галимов. – М. : Недра, 1968. – 224 с.

2. **Голышев, С. И.** Изотопный состав углерода и кислорода карбонатов нефтегазоносных отложений Западной Сибири [Текст] / С. И. Голышев, А. В. Черепнин, А. Н. Рожнев // Геохимия. – 1981. – № 8. – С. 1216–1226.

3. **Голышев, С. И.** Использование стабильных изотопов углерода и кислорода для определения генезиса карбонатов : Избранные труды [Текст] / С. И. Голышев. – Новосибирск, 2010. – С. 61–66.

4. **Голышев, С. И.** Фракционирование стабильных изотопов кислорода и углерода в карбонатных системах [Текст] / С. И. Голышев, Н. Л. Падалко, С. А. Печенкин // Геохимия. – 1981. – № 10. – С. 1427–1441.

5. **Закономерности** размещения и условия формирования залежей нефти и газа в мезозойских отложениях Западно-Сибирской низменности. – Новосибирск : СНИИГГиМС, 1972. – 312 с.

6. **Комплексная** изотопно-геохимическая поверхностная съемка на юго-востоке Западной Сибири [Текст] / С. И. Голышев, Н. Л. Падалко, Е. В. Черников [и др.] // Тез. XIX Симп. по геохимии изотопов. – М. : Изд-во РАН, 2010. – С. 75–77.

7. **Методика** литогеохимической съемки по изотопному составу углерода и кислорода карбонатов [Текст] / Н. Л. Падалко, С. И. Голышев,

Е. В. Черников [и др.] // Тез. XVII Симп. по геохимии изотопов. – М. : Изд-во РАН, 2004. – С. 56–58.

8. **Методы** прямого прогнозирования залежей углеводородов [Текст] / А. Э. Конторович, А. Н. Фомин, В. А. Каширцев, В. М. Гузнов // Методы прямого прогнозирования залежей углеводородов : Тез. докл. науч.-практ. конф. – Новосибирск : СНИИГГиМС, 2009. – С. 12–15.

9. **Прогноз** зон скопления УВ с использованием газогеохимических методов в комплексе с сейсморазведкой (на примере Кежемской зоны поднятий) [Текст] / С. В. Дыхан, А. Л. Золотарев, П. Н. Соболев [и др.] // Методы прямого прогнозирования залежей углеводородов : Тез. докл. науч.-практ. конф. – Новосибирск : СНИИГГиМС, 2009. – С. 129–135.

10. **Основы** теории геохимических полей углеводородных скоплений [Текст] / И. С. Старобинец, А. В. Петухов, С. Л. Зубайраев [и др.]. – М. : Недра, 1993. – 332 с.

11. **Технология** прогноза и поиска месторождений нефти и газа в разновозрастных отложениях Томской области на основе комплексной интерпретации результатов поверхностной литогеохимической съемки и анализа полей напряженности горных пород [Текст] / С. И. Голышев, А. С. Ивлева, Н. Л. Падалко [и др.] // Матер. науч.-практ. конф. «Проблемы и перспективы минерально-сырьевого комплекса и производительных сил Томской области». – Томск : ТГУ, 2004. – С. 34–37.

12. **Справочник** по геохимическим методам поиска полезных ископаемых [Текст] / Под ред. А. П. Соловьева. – М. : Недра, 1990. – С. 248–284.

13. **Структура** ореолов рассеяния газов над залежами углеводородов [Текст] / В. П. Исаев, Е. П. Костюченкова, В. В. Павленко [и др.] // Геология нефти и газа. – 1985. – № 12. – С. 44–51.

© С. И. Голышев, Н. Л. Падалко, П. Н. Соболев,  
С. В. Дыхан, М. И. Праздничных, Е. В. Черников,  
П. Ф. Яворов, В. Г. Гачегов,  
М. В. Семина, Г. А. Сысолятина, 2012